

**PRARANCANGAN PABRIK CUMEN DARI PROPILEN DAN BENZENA  
DENGAN PROSES Q-MAX  
KAPASITAS 110.000 TON/TAHUN**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I  
pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik**

**Oleh :**

**JUMARMI**

**D 500 120 020**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2017**

HALAMAN PERSETUJUAN

PRARANCANGAN PABRIK CUMEN DARI PROPYLEN DAN BENZENA

HALAMAN PERSETUJUAN

PRARANCANGAN PABRIK CUMEN DARI PROPYLEN DAN BENZENA

DENGAN PROSES Q-MAX

KAPASITAS 110.000 TON/TAHUN

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

**JUMARMY**

**D 500 120 020**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen

Pembimbing



**Eni Budiyati, S.T., M.Eng.**

**NIK. 991**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PRARANCANGAN PABRIK CUMEN DARI PROPILEN DAN BENZENA  
DENGAN PROSES Q-MAX  
KAPASITAS 110.000 TON/TAHUN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**OLEH**

**JUMARMY**

**D 500 120 020**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari Rabu 5 April 2017,  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. Ir. H.A. M. Fuadi, M.T., Ph.D.

(Ketua Dewan Penguji)

2. Tri Widayatno, S.T., M.Sc., Ph.D.

(Anggota 1 Dewan Penguji)

3. Eni Budiyati, S.T., M.Eng.

(Anggota 2 Dewan Penguji)

(.....)

(.....)

(.....)

**Dekan Fakultas Teknik,**



**Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.**

**NIK. 682**

### PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 9 April 2017

Penulis,



**JUMARMI**

**D 500 120 020**



# PRARANCANGAN PABRIK CUMEN DARI PROPILEN DAN BENZENA DENGAN PROSES Q-MAX KAPASITAS 110.000 TON/TAHUN

## Abstrak

Cumen merupakan bahan kimia yang memiliki banyak manfaat dalam industri kimia salah satunya sebagai bahan baku pembuatan phenol dan aseton. Cumen diproduksi dengan menggunakan reaksi alkilasi benzena dan propilen pada fase gas yang berlangsung pada reaktor *fixed bed multitube* dengan bantuan katalis zeolit beta. Reaksi alkilasi berlangsung pada suhu 350°C dan tekanan 25 atm. Reaksi pembentukan cumen berkerja secara non isothermal dan non adiabatik dan berjalan *irreversible*.

Pabrik cumen membutuhkan bahan baku propilen sebesar 4.913,6903 kg/jam, sedangkan benzena yang dibutuhkan sebesar 27.363,5164 kg/jam. Cumen yang dihasilkan sebanyak 13.843,7780 kg/jam. Utilitas merupakan unit pendukung proses yang menyediakan steam sebesar 12.336,2281 kg/jam, *make up* air pendingin 17.696,005 kg/jam, udara tekan sebesar 50 kg/jam, listrik sebesar 325,4975 kW dan bahan bakar sebanyak 212,8531 m<sup>3</sup>.

Pabrik cumen direncanakan akan berdiri pada tahun 2020 di daerah kawasan industri Cilegon, Banten. *Fixed capital invesment* (FCI) pabrik ini sebesar Rp.422.240.231.601, *working capital* sebesar Rp 150.459.683.272. Dari analisa ekonomi dapat ditunjukkan bahwa *percent return on invesment* (ROI) sebelum pajak 54,48% dan sesudah pajak 40,86%. *Pay out time* (POT) sebelum pajak 1,55 tahun sedangkan setelah pajak 1,97 tahun. *Break event point* (BEP) sebesar 43,84% sedangkan *shut down point* (SDP) sebesar 28,37%. Dari hasil analisa ekonomi pabrik cumen dengan proses Q-Max layak untuk didirikan.

**Kata kunci** : cumen, reaktor *fixed bed multitube*, alkilasi benzena dan propilen.

## Abstract

Cumen is a chemical substance that has a lot of benefits in the chemical industry. One of the benefits as a raw material for phenol and acetone. Cumen is produced by using alkylolation reaction of benzene and propylene in the gases phase takes place in a fixed bed multitube reactor with the help of beta zeolite catalyst. Alkylolation reaction works at the temperature of 350°C and pressure of 25 atm. Formation reactions of cumen works by non isothermal and non-adiabatic and runs irreversible.

Cumen plant requires raw materials of propylene is 4.913,6903 kg / hour, while benzene is 2.7363,5164 kg / hour. Cumen which generated is as much as 13.843,7780 kg / hour. Utility is a support unit for process that provides steam 12336.2281 kg / hour, cooling water makeup 17696.005 kg / hour, the air pressure of 50 kg / hr, 325.4975 kW of electricity and fuel as much as 212.8531 m<sup>3</sup>.

Cumene plant is planned will be established in 2020 in the industry area at Cilegon, Banten. Fixed capital invesment (FCI) of this plant is Rp 422.240.231.601, working capital is 150.459/683.272. From the economic analysis it is shown that the percent return on investment (ROI) before the taxes is 54,48% and after the taxes is 40,86%. Pay out time (POT) before taxes is 1,55 years and after taxes is 1,97 years. Break event point (BEP) is 43,85% while shut down point (SDP) is 28,37%. From the result of the economics analysis the cumene plant with Q-Max process is feasible to set up.

**Keywords** : Cumene, fixed bed multitube reactor,benzene and propylene alkylolation.

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik**

Memasuki era perdagangan bebas Indonesia juga mengalami perkembangan diberbagai sektor industri. Salah satu adalah sektor industri kimia yang menyebabkan meningkatnya pula konsumsi berbagai bahan kimia yang digunakan sebagai bahan baku maupun bahan penunjang dalam pembuatan bahan kimia.

Cumen merupakan bahan kimia yang digunakan sebagai bahan baku maupun bahan penunjang dalam proses produksi. Salah satunya cumen sebagai bahan baku dalam pembuatan fenol dn aseton. Saat ini kebutuhan cumen di Indonesia diimpor dari negara lain karena di Indonesia belum ada produsen cumen.

Pada tahun 2015 Indonesia mengimpor cumen sebesar 2.001.523 Kg dengan harga USD 3.265.493 untuk kebutuhan dalam negeri. Kebutuhan cumen yang flukutif tetapi masih berkisar 2.000.000 Kg/Tahun, sedangkan dalam negeri belum ada produsen yang memproduksi cumen. Dengan kondisi ini maka pabrik cumen di Indonesia sangat dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan cumen dalam negeri agar tidak bergantung pada negara lain.

### **1.2 Kapasitas Pabrik**

Dalam menenukan kapasitas pabrik ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan antara lain kebutuhan cumen di Indonesia, kapasitas pabrik yang sudah berdiri dan juga ketersediaan bahan baku.

Tabel 1.1 . Kebutuhan cumen di indonesia berdasarkan data Impor

Tahun	Kebutuhan (kg)
2008	2.785.305

2009	2.851.382
2010	4.801.985
2011	2.704.290
2012	2.840.196
2013	3.816.446
2014	2.472.431
2015	2.981.695

(data.un.org, 2016)

Bahan baku propilen disediakan oleh PT. Candra Asri sedangkan benzena disediakan oleh PT. Pertamina. Dengan mempertimbangkan hal-hal tersebut serta kebutuhan cumen yang akan meningkat maka ditetapkan kapasitas perancangan pabrik cumen sebesar 110.000 Ton/Tahun.

### 1.3 Penentuan Lokasi

Pabrik cumen dengan kapasitas produksi 110.000 Ton/tahun direncanakan akan didirikan di kawasan industri Cilegon, Banten. Pemilihan lokasi tersebut didasarkan pada pertimbangan lokasi bahan baku, pemasaran, transportasi, sumber air untuk memenuhi kebutuhan air dan ketersediaan tenaga kerja.

### 1.4 Tinjauan Pustaka

Proses pembuatan cumen diantaranya sebagai berikut:

#### a. Metode Terdahulu

##### 1. Proses Alumunium Klorin

Pada proses ini pembuatan cumen berlangsung pada fase cair dengan menggunakan alumunium klorin sebagai katalis.

##### 2. Proses Catskill

Pada proses Catskill ini menggunakan zeolite sebagai katalis. Proses ini menggabungkan reaksi katalitik dan distilasi..

##### 3. Proses Phosporic Acid Catalitic

Proses ini berlangsung pada fase gas dengan menggunakan katalis asam fosfat kiseguhr. Proses ini banyak digunakan dalam industri

dibandingkan dengan ketiga proses di atas. Proses ini dikembangkan oleh Universal Oils Product (Vaith & Keyes, 1965).

#### b. Metode Terbaru

Q-Max process adalah metode terbaru untuk pembuatan cumen dalam skala besar. Proses Q-Max memiliki kelebihan yaitu katalis yang digunakan dapat diregenerasi kembali. Metode Q-Max berlangsung pada fase gas dengan tekanan 25 atm dan suhu 350°C. Proses ini menggunakan reaktor *fixed bed multitube*, reaktor ini digunakan reaksi alkilasi antara propilen dan benzena menghasilkan cumen.

### 1.5 Kegunaan Produk

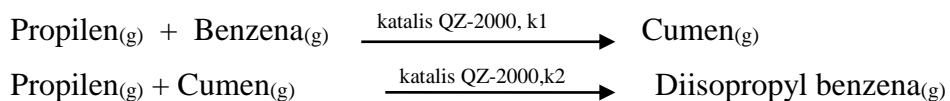
Cumen memiliki banyak kegunaan khususnya dalam industri kimia. Kegunaan cumen antara lain sebagai bahan baku pembuatan fenol dan aseton, sebagai bahan pelarut cat, sebagai bahan perantara pembuatan resin, sebagai bahan pembantu pada industri pembuatan asam terephthalate dan juga sebagai bahan baku pembuatan plastik.

## 2. METODE

### 2.1 Konsep Reaksi

Reaksi pembentukan cumen pada dasarnya menggunakan reaksi alkilasi. Reaksi berlangsung pada fase gas dengan bantuan katalis QZ-2000 pada tekanan 25 atm dengan suhu operasi 350°C. Mekanisme reaksi dapat ditinjau melalui dua tahap reaksi sebagai berikut:

Reaksi alkilasi



Data kinetika:

Reaksi pembentukan cumen

$$k_1 = 2,8 \times 10^7 \exp (-12530/T), \text{ dengan satuan (liter/mol s)}$$

Reaksi pembentukan diisopropylbenzena

$$k_2 = 2,32 \times 10^9 \exp (-17650/T), \text{ dengan satuan (liter/mol s)}$$

$$\text{Kecepatan reaksi Utama (mol/ liter s), } r_1 = k_1 C_p C_b$$

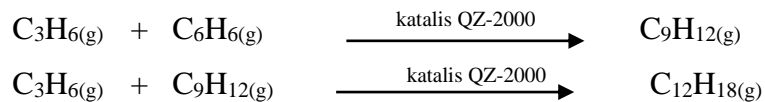
$$\text{Kecepatan reaksi samping (mol/liter s), } r_2 = k_2 C_p C_c$$



## 2.2 Tinjauan Termodinamika

### a. Reaksi pembentukan cumen

Reaksi pembentukan cumen merupakan reaksi alkilasi propilen dengan benzena. Ada dua tahapan reaksi dalam reaksi pembentukan cumen.



$\Delta H_f$  masing-masing komponen pada suhu 298 K adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \Delta H_f \text{ reaksi 1} &= \sum \Delta H_f \text{ produk} - \sum \Delta H_f \text{ reakt} \\ &= \Delta H_f \text{ C}_9\text{H}_{12} - (\Delta H_f \text{ C}_3\text{H}_6 + \Delta H_f \text{ C}_6\text{H}_6) \\ &= 3,93 - (20,42 + 82,93) \text{ kJ/mol} \\ &= -99,42 \text{ kJ/mol} \\ &= -99420 \text{ kJ/kmol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_f \text{ reaksi 2} &= \sum \Delta H_f \text{ produk} - \sum \Delta H_f \text{ reaktan} \\ &= \Delta H_f \text{ C}_{12}\text{H}_{18} - (\Delta H_f \text{ C}_3\text{H}_6 + \Delta H_f \text{ C}_9\text{H}_{12}) \\ &= -77,6 - (20,42 + 3,93) \text{ kJ/mol} \\ &= -101950 \text{ kJ/kmol} \end{aligned}$$

Harga entalpi pada kedua reaksi bernilai negatif, maka reaksi yang terjadi pada kedua reaksi tersebut bersifat eksotermis atau melepas panas.

### b. Keseimbangan Reaksi

Keseimbangan reaksi ditentukan oleh perubahan energi gibbs. Dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\Delta G^0 = -R T \ln K \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

$$\Delta G_R = \Delta G_{\text{produk}} - \Delta G_{\text{reaktan}}$$

Reaksi 1

$$\begin{aligned} \Delta G_{298 \text{ 1}} &= \Delta G_{\text{produk}} - \Delta G_{\text{reaktan}} \\ &= 136,98 - (62,72 + 129,66) \text{ kJ/mol} \\ &= -55,4 \text{ kJ/mol} \\ &= -55400 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Reaksi 2

$$\begin{aligned}
\Delta G_{298} &= \Delta G_{\text{produk}} - \Delta G_{\text{reaktan}} \\
&= -58,17 \text{ kJ/mol} \\
&= -58170 \text{ kJ/kmol} \\
\Delta G_{298} &= \Delta G_{R1} + \Delta G_{R2} \\
&= -113570 \text{ kJ/kmol} \\
\Delta G_{623,15} &= \Delta H + T \Delta S \\
&= -201.370 \text{ J/mol} + (623,15 \text{ K} \times -303,4 \text{ J/mol}) \\
&= -390434 \text{ J/mol}
\end{aligned}$$

Dengan persamaan *Van 't Hoff* diperoleh:

$$\begin{aligned}
\ln K &= -\frac{\Delta G_{298}}{RT} \\
&= \frac{113570}{8,314 \times 623,15} \\
&= 21,9210
\end{aligned}$$

$$K_{298} = 3,31 \times 10^9$$

Reaksi berlangsung pada suhu  $350^{\circ}\text{C} = 623,15 \text{ K}$

$$\begin{aligned}
\ln \left( \frac{K_{623,15}}{K_{298}} \right) &= \frac{\Delta H_{298}}{R} \left( \frac{1}{623,15} - \frac{1}{298} \right) \\
\ln K &= \frac{-201370}{8,314} \times \left( \frac{1}{623,15} - \frac{1}{298} \right)
\end{aligned}$$

$$K_{623,15} = 2,62 \times 10^{18}$$

Harga konstanta kesetimbangan reaksi (K) sangat besar, hal ini berarti reaksi berjalan ke kanan dan reaksi berlangsung satu arah atau *irreversible*.

## 2.3 Langkah proses

Proses pembuatan cumen secara umum terdiri atas 3 tahapan sebagai berikut:

### 2.3.1. Tahap persiapan bahan baku

Propilen di simpan dalam tangki (F-101) bertekana 19 atm dengan suhu  $45^{\circ}\text{C}$  lalu dialirkan menggunakan pompa sekaligus menaikkan tekanan menjadi 25 atm menuju vaporizer untuk dirubah fasenya menjadi gas. Kemudian dilewatkan pada

separator (H-01) untuk memisahkan antara fase gas dan fase cair, hasil atas akan dipanaskan oleh heat exchanger (E-101) hingga suhu propilen mencapai 350°C dan selanjutnya dialirkan menuju reaktor.

Tangki penyimpan (F-102) benzena merupakan tangki atmosferis. Benzena dipompa menuju vaporizer (V-102) untuk diubah fasenya menjadi fase gas, kemudian dialirkan separator (H-102) untuk memisahkan antara fase gas dengan fase cair. Hasil atas separator (H-102) akan dinaikkan tekanannya menjadi 25 atm menggunakan kompresor multistage, kemudian dilewatkan heat exchanger (E-102) untuk dinaikkan suhunya hingga mencapai 350°C dan selanjutnya benzena dialirkan menuju reaktor.

### **2.3.2. Tahap pembentukan produk**

Suhu propilen dan benzena masing-masing telah bersuhu 350°C tekanan 25 atm. Propilen dan benzena dimasukkan kedalam reaktor alkilasi (R-101) dengan model *fixed bed multitube* dengan menggunakan bantuan katalis zeolit QZ-2000. Katalis ini aktif pada suhu 350°C dan bisa diregenerasi. Reaksi pembentukan cumen berlangsung dalam fase gas dengan kondisi operasi non adiabatik dan non isothermal, reaksi bersifat eksotermis dan *irreversible*. Suhu keluaran dari reaktor sekitar 397,1952°C. Produk keluar dari reaktor (R-101) diturunkan tekanannya menjadi 1 atm menggunakan ekspander (G-102 dan G-103), selanjutnya suhu produk keluaran dari reaktor didinginkan menggunakan cooler (E-103 dan E-104).

### **2.3.3. Tahap pemurnian produk**

Produk keluaran dari ekspander berupa fase gas dan akan dilewatkan kondenser untuk diembunkan. Fase produk keluaran dari kondenser (E-105) akan dilewatkan sebuah separator (H-103) fase gas dan cair. Hasil atas separator berupa gas propilen dan propana sedangkan hasil bawah berupa campuran benzena, toluena, cumen, dan DIPB dalam fase cair.

Hasil bawah separator (H-103) dimasukkan dalam menara distilasi (D-101) untuk pemisahan benzena dari campuran produk agar produk memiliki kemurnian yang tinggi. Hasil atas dari menara distilasi (D-101) sebagian besar berupa benzena didinginkan dan diembunkan menggunakan kondenser (E-109) dan ditampung sementara di dalam sebuah akumulator (A-101), dan selanjutnya di alirkan menuju vaporizer (V-102) untuk direcycle kembali dan diuapkan bersama benzena segar. Hasil bawah menara distilasi (MD-01) berupa cumen dengan kemurnian 99,68 % berat kemudian didinginkan menggunakan cooler (E-108) dan selanjutnya disimpan dalam tangki penyimpanan produk.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Spesifikasi Alat Utama Proses

##### 3.1.1 Reaktor- 01

Kode	: R-101
Fungsi	: Mereaksikan benzena dan propilen menjadi cumen dengan bantuan katalis zeolit beta
Tipe	: <i>Fixed bed multitube</i>
Bahan	: <i>Low alloy Steel SA-204 grade C</i>
Kondisi operasi	
a. Tekanan	: 25 atm
b. Suhu masuk	: 350°C
c. Suhu keluar	: 397,1520°C

##### Spesifikasi

a. Diamater	: 2,2860 m
b. Tinggi	: 8,2029 m
c. Massa di reaktor	: 5.314,3748 kg
d. Jenis susunan tube	: Triangular pitch
e. Jumlah tube	: 1553 tube
f. Diameter dalam tube	: 0,0348 m
g. Diameter luar tube	: 0,0381 m
h. Katalis	: <i>Zeolit Beta</i>
i. Diameter katalis	: 3 mm
j. Tebal <i>shell</i>	: 1,375 in
k. Tebal <i>head</i>	: 19,7415 in
Harga	: \$ 374.596,08

### 3.1.2 Menara Distilasi

Kode	: D-101
Fungsi	: Memisahkan campuran bahan hasil bawah Separator-03
Jenis	: <i>Plat sieve tray</i>
Bahan	: <i>Carbon Steel</i>
Jumlah	: 1
Tinggi	: 15,1717 m
Kondisi operasi	
a. Tekanan	: 1 atm
b. Suhu umpan	: 91,726°C
c. Suhu atas	: 80,002°C
d. Suhu bawah	: 156,880°C
Dimensi	
a. Diameter atas	: 1,7145 m
b. Diameter bawah	: 2,6953 m
c. Tebal <i>shell</i>	: 0,25 in
d. Tinggi <i>head</i>	: 25,3121 in
e. Tebal <i>head</i>	: 0,1875 in
Plate	
a. Total <i>plate</i> aktual	: 29 <i>plate</i>
b. Seksi <i>stripping</i> bawah	: 4 <i>plate</i>
c. Seksi <i>enriching</i> atas	: 25 <i>plate</i>
Harga	: \$ 28.241,55

### 3.1.1 Separator- 03 (H- 103)

Kode	: H- 103
Fungsi	: Memisahkan komponen fase gas dan fase cair yang berasal dari output reaktor-01
Tipe	: <i>Silinder horizontal Drum Separator</i>
Bahan	: <i>Carbon steel SA-285 grade C</i>
Jumlah	: 1 buah
Kondisi operasi	
a. Tekanan	: 1 atm
b. Suhu	: 75°C

Spesifikasi

- a. panjang : 8,0058 m
- b. Diameter : 2,3602 m
- c. Tebal *head* : 0,1875 in
- d. Tebal *Shell* : 0,1875 in
- e. Harga : \$ 26.698,82

3.1.4 **Vaporizer (V-101)**

- Kode : V-101
- Fungsi : Menaikkan suhu dan merubah propilen cair menjadi propilen fase uap

Tipe : *Double Pipe*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi

- a. Tekanan : 25 atm
- b. Suhu masuk : 33°C
- c. Suhu keluar : 60,0735°C

Spesifikasi

- a. Beban panas : 1.585.485 kJ/jam
- b. Luas Tranfer panas : 34,4898 ft<sup>2</sup>

*Anulus Side*

- a. IPS : 3 in
- b. Diameter luar (ODi) : 3,5 in
- c. Diameter dalam (IDi) : 3,0680 in
- d. Fluida : Steam
- e. Suhu masuk (T1) : 180°C
- f. Massa : 509,5186 Kg/jam
- g. *Pressure drop* : 0,1025 psi

*Inner Pipe Side*

- a. IPS : 2 in
- b. Diameter luar (ODi) : 2,3800 in
- c. Diameter dalam (IDi) : 2,0670 in
- d. Fluida : *Light organic*
- e. Suhu masuk (T1) : 33°C
- f. Massa : 6.172,9784 kg/jam
- g. *Pressure drop* : 0,3523 psi

$\Delta P$  total : 0,5013 psi

Ud : 184,2119 Btu/jam.ft<sup>2</sup>.°F

Rd : 0,0037 jam.ft<sup>2</sup>.°F/Btu

Harga : \$ 1.973,39

### 3.1.5 Vaporizer (V-102)

Kode : V-102  
Fungsi : Menaikkan suhu dan merubah propilen cair menjadi propilen fase uap  
Tipe : *Shell and Tube*  
Jumlah : 1 buah  
Kondisi operasi  
a. Tekanan : atm  
b. Suhu masuk : 33°C  
c. Suhu keluar : 80,1113°C  
Spesifikasi  
a. Beban panas : 13.036.664 kJ/jam  
b. Luas Tranfer panas : 406,7377 ft<sup>2</sup>  
*Shell side*  
a. Diameter dalam : 15,25 in  
b. *Baffle space* : 2,65 in  
c. Fluida : Steam  
d. Suhu masuk (T1) : 180°C  
e. Massa : 4.625,4688 Kg/jam  
f. *Pressure drop* : 3,8922 psi  
*Tube side*  
a. Diameter luar (ODi) : 1 in  
b. Diameter dalam (IDi) : 0,704 in  
c. Jumlah tube : 131 *tube*  
d. Fluida : *Light organic*  
e. Suhu masuk (T1) : 33°C  
f. Pitch : 1,25 in  
g. Massa : 34.215 Kg/jam  
h. *Pressure drop* : 0,004 psi  
 $\Delta P$  total : 3,8091psi  
Ud : 198,9337 Btu/jam.ft<sup>2</sup>.°F  
Rd : 0,00302 jam.ft<sup>2</sup>.°F/Btu  
Harga : \$ 23.680,69



#### 4. PENUTUP

Dari hasil analisa kelayakan ekonomi dapat disimpulkan sebagai berikut:

a. Keuntungan sebelum pajak = Rp 230.040.083.287

Keuntungan sesudah pajak = Rp 172.530.062.465

ROI (*Return On Investment*)

ROI sebelum pajak = 54,48%

ROI sesudah pajak = 40,86%

b. POT (*Pay Out Time*)

POT sebelum pajak = 1,57 tahun

POT sesudah pajak = 1,97 tahun

c. BEP (*Break Event Point*) = 43,84%

d. SDP (*Shut Down point*) = 28,37%

e. DFC (*Discounted Cash flow*) = 48,07%

Dari hasil perhitungan analisa kelayakan ekonomi maka dapat disimpulkan pabrik layak untuk didirikan .

#### DAFTAR PUSTAKA

Aries, R.S. and Newton, R.D., 1955, *Chemical Engineering Cost Estimation*, Mc Graw Hill International Book Company, New York.

Brown, G.G, 1950, "Unit Operations", John Wiley and Sons, Inc., New York.

Brownell, L.E. and Young, E.H., 1959, *Process Equipment Design*, 1st edition, John Wiley and Sons Inc., New York

Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 1989, *An Introduction to Chemical Engineering*, Allyn and Bacon Inc., Massachusetts.

Kern, D.Q., 1983, *Process Heat Transfer*, Mc Graw Hill International Book Company, Tokyo.

Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 2004, *Encyclopedia of Chemical Technology*, 4th edition, A Wiley Interscience Publisher Inc., New York

Kusmiyati, 2014, *Kinetika Reaksi Kimia dan Reaktor*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D., 2003, *Plant Design and Economic for Chemical Engineering*, 5th edition, Mc Graw Hill International Book Company, New York.

- Powell, S.T., 1954, "*Water Condition for Industry*", Mc Graw Hill Book Company, New York.
- Smith, J.M. and Van Ness, H.C., 1996, "*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*", 4<sup>th</sup> ed., McGraw-Hill Book Co., New York
- Turton, R, Bailie, R. C, Whiting, W. B, Shealwitz, J. A, 2003, *Analysis, Synthesis and Design of Chemical Process, 2nd ed*, Prentice Hall: Upper Saddle River, NJ
- Ullman, Fritz, 1985, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Vol 3, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Ullrich, G.D., 1984, *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*, John Wiley and Sons Inc., Kanada.
- Yaws, C.L., 1999, Chemical Properties Handbook, McGraw Hill Company, New York